

Rec'd PCT/PTO 27 APR 2005

10/2708

PCT/JP2004/011164

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

13.08.2004

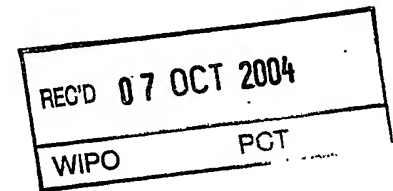
BEST AVAILABLE COPY

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年12月24日
Date of Application:

出願番号 特願2003-427765
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-427765]



出願人 住友電気工業株式会社
Applicant(s):

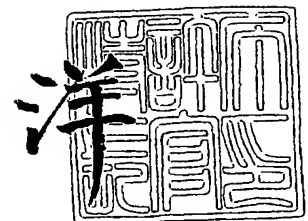
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3085936

【書類名】 特許願
 【整理番号】 103Y0591
 【提出日】 平成15年12月24日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G02B 6/00
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製
 作所内
 【氏名】 山本 義典
 【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製
 作所内
 【氏名】 笹岡 英資
 【特許出願人】
 【識別番号】 000002130
 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
 【代理人】
 【識別番号】 100088155
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 長谷川 芳樹
 【選任した代理人】
 【識別番号】 100089978
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 塩田 辰也
 【選任した代理人】
 【識別番号】 100092657
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 寺崎 史朗
 【選任した代理人】
 【識別番号】 100110582
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 柴田 昌聰
 【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014708
 【納付金額】 21,000円
 【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0308433

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

石英ガラスを主成分とする光ファイバであって、ケーブルカットオフ波長が 1260 nm 以下であり、波長 1310 nm におけるモードフィールド径が $9\text{ }\mu\text{ m}$ 以下であり、波長 1550 nm における分散スロープが $0.055\text{ ps/nm}^2/\text{ km}$ 以下であることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 2】

波長 1550 nm における波長分散が 16 ps/nm/km 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の光ファイバ。

【請求項 3】

波長 1550 nm における波長分散が 15 ps/nm/km 以下であることを特徴とする請求項 2 記載の光ファイバ。

【請求項 4】

石英ガラスを主成分とする光ファイバであって、波長 1310 nm におけるモードフィールド径が $9\text{ }\mu\text{ m}$ 以下であり、ゼロ分散波長における分散スロープが $0.082\text{ ps/nm}^2/\text{ km}$ 以下であることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 5】

ゼロ分散波長における分散スロープが $0.080\text{ ps/nm}^2/\text{ km}$ 以下であることを特徴とする請求項 4 記載の光ファイバ。

【請求項 6】

波長 1550 nm における伝送損失が 0.176 dB/km 以下であることを特徴とする請求項 1 または 4 に記載の光ファイバ。

【請求項 7】

波長 1310 nm における伝送損失が 0.32 dB/km 以下であり、波長 1380 nm における OH 基に因る損失増加量が 0.3 dB/km 以下であることを特徴とする請求項 1 または 4 に記載の光ファイバ。

【請求項 8】

ゼロ分散波長が 1300 nm 以上 1324 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 または 4 に記載の光ファイバ。

【請求項 9】

クラッド領域に F 元素が添加されていることを特徴とする請求項 1 または 4 に記載の光ファイバ。

【請求項 10】

コア領域に GeO_2 が添加されていないことを特徴とする請求項 8 記載の光ファイバ。

【書類名】明細書

【発明の名称】光ファイバ

【技術分野】

【0001】

本発明は、光通信システムにおいて光伝送路として好適に用いられる光ファイバに関するものである。

【背景技術】

【0002】

光通信システムにおいて光伝送路として多くの場合に用いられている光ファイバは、石英ガラスを主成分としてコア領域に GeO_2 が添加された光ファイバであって、波長 1300 nm 付近にゼロ分散波長を有する標準的なシングルモード光ファイバである。一方、光ファイバの主成分である石英ガラスは波長 1550 nm 付近で損失が最小となることから、標準的なシングルモード光ファイバは、波長 1550 nm 付近で伝送損失が最小となる。したがって、標準的なシングルモード光ファイバは、波長 1.3 μm 帯の信号光を伝送する光伝送路として用いられるだけでなく、波長 1.55 μm 帯の信号光を伝送する光伝送路としても用いられる。

【0003】

このような標準的なシングルモード光ファイバは、国際規格 (ITU-T G.652) において特性が定められている。この規格によれば、標準的なシングルモード光ファイバは、ゼロ分散波長が 1300 nm ~ 1324 nm であり、波長 1310 nm におけるモードフィールド径の中心値が 8.6 μm ~ 9.5 μm であり、該モードフィールド径の偏差の許容値が $\pm 0.7 \mu\text{m}$ であり、ケーブルカットオフ波長が 1260 nm 以下である。この規格に準拠したシングルモード光ファイバは、多くの光ファイバメカにより製造され販売されている (例えば非特許文献 1 ~ 4 を参照)。

【非特許文献 1】住友電気工業株式会社のカタログ、「Specification for Low Water Peak Single-Mode Optical Fiber (G.652D) "PureBand™"」、2003 年 8 月 25 日

【非特許文献 2】Corning 社のカタログ、「Corning® SMF-28e™ Optical Fiber Product Information」、2003 年 3 月

【非特許文献 3】OFS 社のカタログ、「AllWave® Fiber The New Standard for Single-Mode Fiber」、2003 年

【非特許文献 4】Alcatel 社のカタログ、「Alcatel 6901 Enhanced Singlemode Fiber」、2002 年 1 月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、国際規格 (ITU-T G.652) に準拠した上記のような標準的なシングルモード光ファイバは、そもそも、波長 1.3 μm 帯の信号光を伝送する光伝送路として用いられることを意図して設計されたものであることから、波長 1.55 μm 帯の信号光を伝送する光伝送路として用いられる場合には、信号光伝送品質の点で問題を有している。特に、波長 1.55 μm 帯の多波長の信号光を伝送する波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 光通信システムにおいて、光伝送路として標準的なシングルモード光ファイバが用いられる場合には、各波長の信号光の波形劣化が生じ易い。

【0005】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、国際規格 (ITU-T G.652) で規定される標準的なシングルモード光ファイバとの互換性が優れ、波長 1.55 μm 帯の多波長の信号光を伝送する場合にも高品質の信号光伝送が可能な光ファイバを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る光ファイバは、石英ガラスを主成分とする光ファイバであって、ケーブルカットオフ波長が 1260 nm 以下であり、波長 1310 nm におけるモードフィールド径が $9\text{ }\mu\text{ m}$ 以下であり、波長 1550 nm における分散スロープが $0.055\text{ ps/nm}^2/\text{ km}$ 以下であることを特徴とする。また、本発明に係る光ファイバにおいて、波長 1550 nm における波長分散は、 16 ps/nm/km 以下であるのが好適であり、 15 ps/nm/km 以下であれば更に好適である。

【0007】

また、本発明に係る光ファイバは、石英ガラスを主成分とする光ファイバであって、波長 1310 nm におけるモードフィールド径が $9\text{ }\mu\text{ m}$ 以下であり、ゼロ分散波長における分散スロープが $0.082\text{ ps/nm}^2/\text{ km}$ 以下であることを特徴とする。また、この光ファイバにおいて、ゼロ分散波長における分散スロープが $0.080\text{ ps/nm}^2/\text{ km}$ 以下であるのが好適である。

【0008】

これらの光ファイバを用いれば、波長 $1.55\text{ }\mu\text{ m}$ 帯の多波長の信号光を伝送する場合にも高品質の信号光伝送が可能となる。また、これらの光ファイバは、国際規格（ITU-T G.652）で規定される標準的なシングルモード光ファイバとの互換性が優れている。すなわち、従来のシングルモード光ファイバを用いた光通信システムの場合と同様に、本発明の光ファイバを用いて光通信システムの設計や構築が可能となる。また、従来のシングルモード光ファイバと本発明の光ファイバとを混在させた光通信システムの構築も可能となる。

【0009】

本発明に係る光ファイバは、波長 1550 nm における伝送損失が 0.176 dB/km 以下であるのが好適であり、この場合には、波長 $1.55\text{ }\mu\text{ m}$ 帯の信号光を無中継で長距離伝送する光伝送路を構成する上で好都合である。

【0010】

本発明に係る光ファイバは、波長 1310 nm における伝送損失が 0.32 dB/km 以下であり、波長 1380 nm におけるOH基に因る損失増加量が 0.3 dB/km 以下であるのが好適であり、この場合には、波長 $1.55\text{ }\mu\text{ m}$ 帯だけでなく広帯域の信号光を無中継で長距離伝送する光伝送路を構成する上で好都合である。

【0011】

本発明に係る光ファイバは、ゼロ分散波長が 1300 nm 以上 1324 nm 以下であるのが好適であり、この場合には、国際規格（ITU-T G.652）で規定される標準的なシングルモード光ファイバとの互換性が更に優れる。

【0012】

本発明に係る光ファイバは、クラッド領域にF元素が添加されているのが好適であり、或いは、コア領域にGeO₂が添加されていないのが好適であり、これらの場合には、上記の特性を実現する上で好都合である。

【発明の効果】**【0013】**

国際規格（ITU-T G.652）で規定される標準的なシングルモード光ファイバとの互換性が優れ、波長 $1.55\text{ }\mu\text{ m}$ 帯の多波長の信号光を伝送する場合にも高品質の信号光伝送が可能な光ファイバを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0014】**

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0015】

図1は、本実施形態に係る光ファイバ1の構成図である。図2は、本実施形態に係る光ファイバ1の屈折率プロファイルを示す図である。これらの図に示されるように、本実施形態に係る光ファイバ1は、外径 $2a$ のコア領域2と、このコア領域2を取り囲むクラッド領域3とを有する。

ド領域3とを有している。クラッド領域3の屈折率よりコア領域2の屈折率が高く、クラッド領域3の屈折率を基準としてコア領域2の比屈折率差 Δn は正の値である。

【0016】

光ファイバ1は、石英ガラスを主成分とするもので、コア領域2およびクラッド領域3の双方または何れか一方に屈折率調整用の添加物が添加されている。コア領域2は GeO_2 が添加されていて、クラッド領域3が純石英ガラスからなっているもよい。ただし、コア領域2は GeO_2 が添加されておらず純石英ガラスからなっているのが好適であり、また、クラッド領域3はF元素が添加されているのが好適であり、このような組成とすることにより光ファイバ1の伝送損失を小さくすることができる。

【0017】

図3は、本実施形態に係る光ファイバ1の波長分散特性を示す図である。なお、この図には、比較例として、国際規格(ITU-T G.652)で規定される標準的なシングルモード光ファイバの波長分散特性も示されている。本実施形態に係る光ファイバ1は、比較例の光ファイバと同様に、ゼロ分散波長が波長1300nm付近にあり、波長1200nm~1700nmの範囲で分散スロープが正である。しかし、本実施形態に係る光ファイバ1は、比較例の光ファイバと比較すると、波長1550nmにおいて波長分散が小さく分散スロープも小さい。

【0018】

すなわち、本実施形態に係る光ファイバ1は、波長1550nmにおける分散スロープが $0.055 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以下であり、波長1550nmにおける波長分散が 16 ps/nm/km 以下であり、より好適には、波長1550nmにおける波長分散が 15 ps/nm/km 以下である。また、この光ファイバ1は、ケーブルカットオフ波長が1260nm以下であり、波長1310nmにおけるモードフィールド径が $9 \mu\text{m}$ 以下である。

【0019】

或いは、本実施形態に係る光ファイバ1は、波長1310nmにおけるモードフィールド径が $9 \mu\text{m}$ 以下であり、ゼロ分散波長における分散スロープが $0.082 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以下であり、より好適には、ゼロ分散波長における分散スロープが $0.080 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以下である。

【0020】

このような本実施形態に係る光ファイバ1を用いれば、波長 $1.55 \mu\text{m}$ 帯の多波長の信号光を伝送する場合に高品質の信号光伝送が可能となる。また、これらの光ファイバ1は、国際規格(ITU-T G.652)で規定される標準的なシングルモード光ファイバとの互換性が優れている。すなわち、従来のシングルモード光ファイバを用いた光通信システムの場合と同様に本実施形態に係る光ファイバ1を用いて光通信システムの設計や構築が可能となる。また、従来のシングルモード光ファイバと本実施形態に係る光ファイバ1とを混在させた光通信システムの構築も可能となる。

【0021】

光ファイバ1は、波長1550nmにおける伝送損失が 0.176 dB/km 以下であるのが好適であり、この場合には、波長 $1.55 \mu\text{m}$ 帯の信号光を無中継で長距離伝送する光伝送路を構成する上で好都合である。光ファイバ1は、波長1310nmにおける伝送損失が 0.32 dB/km 以下であり、波長1380nmにおけるOH基に因る損失増加量が 0.3 dB/km 以下であるのが好適であり、この場合には、波長 $1.55 \mu\text{m}$ 帯だけでなく広帯域の信号光を無中継で長距離伝送する光伝送路を構成する上で好都合である。また、光ファイバ1は、ゼロ分散波長が1300nm以上1324nm以下であるのが好適であり、この場合には、国際規格(ITU-T G.652)で規定される標準的なシングルモード光ファイバとの互換性が優れる。

【0022】

次に、図4~図6を用いて実施例の光ファイバについて説明する。図4は、実施例A~Eおよび比較例Fそれぞれの光ファイバの諸特性を纏めた図表である。実施例A~E

ぞれの光ファイバは、上記の本実施形態に係るものであり、コア領域が純石英ガラスからなり、クラッド領域がF元素添加の石英ガラスからなる。比較例Fの光ファイバは、国際規格 (ITU-T G.652) に準拠するものであり、コア領域がGeO₂ 添加の石英ガラスからなり、クラッド領域が純石英ガラスからなる。

【0023】

この図には、各光ファイバについて、比屈折率差 Δn 、ケーブルカットオフ波長、モードフィールド径 (@1310 nm)、ゼロ分散波長、波長分散 (@1550 nm)、分散スロープ (@1550 nm)、ゼロ分散スロープ、伝送損失 (@1310 nm)、伝送損失 (@1380 nm)、OH基に因る損失増加量 (@1380 nm) および伝送損失 (@1550 nm) の各値が示されている。

【0024】

図5は、モードフィールド径MFD (@1310 nm) とを横軸としケーブルカットオフ波長 λ_{cc} を縦軸とする2次元空間上において、実施例A～Eおよび比較例Fそれぞれの光ファイバの (MFD, λ_{cc}) の位置を示すとともに、波長1550 nmにおける等波長分散曲線をも示す図である。なお、この図中において、実線は実施例の光ファイバの等波長分散曲線を示し、点線は比較例の光ファイバの等波長分散曲線を示す。この図から判るように、比較例の光ファイバと比較して、各実施例の光ファイバは、MFDおよび λ_{cc} が同じであっても、波長分散が小さい。

【0025】

図6は、モードフィールド径MFD (@1310 nm) とを横軸としケーブルカットオフ波長 λ_{cc} を縦軸とする2次元空間上において、実施例A～Eおよび比較例Fそれぞれの光ファイバの (MFD, λ_{cc}) の位置を示すとともに、波長1550 nmにおける等分散スロープ曲線をも示す図である。なお、この図中において、実線は実施例の光ファイバの等分散スロープ曲線を示し、点線は比較例の光ファイバの等分散スロープ曲線を示す。この図から判るように、比較例の光ファイバと比較して、各実施例の光ファイバは、MFDおよび λ_{cc} が同じであっても、分散スロープが小さい。

【0026】

以上のように、モードフィールド径MFD (@1310 nm) が9 μ m以下である本実施形態に係る光ファイバ1は、国際規格 (ITU-T G.652) に準拠するGeO₂ 添加の石英系光ファイバと比較して、ケーブルカットオフ波長 λ_{cc} およびモードフィールド径MFD (@1310 nm) が同じであっても、波長分散 (@1550 nm) および分散スロープ (@1550 nm) が小さい。

【図面の簡単な説明】**【0027】**

【図1】 本実施形態に係る光ファイバ1の構成図である。

【図2】 本実施形態に係る光ファイバ1の屈折率プロファイルを示す図である。

【図3】 本実施形態に係る光ファイバ1の波長分散特性を示す図である。

【図4】 実施例A～Eおよび比較例Fそれぞれの光ファイバの諸特性を纏めた図表である。

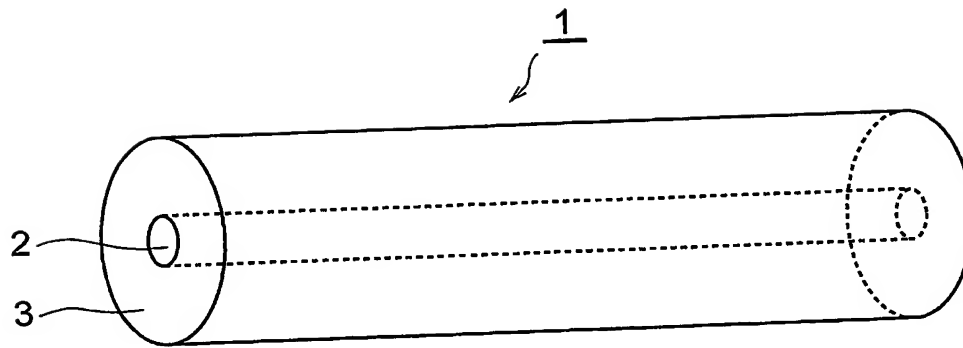
【図5】 モードフィールド径MFD (@1310 nm) とを横軸としケーブルカットオフ波長 λ_{cc} を縦軸とする2次元空間上において、実施例A～Eおよび比較例Fそれぞれの光ファイバの (MFD, λ_{cc}) の位置を示すとともに、等波長分散曲線をも示す図である。

【図6】 モードフィールド径MFD (@1310 nm) とを横軸としケーブルカットオフ波長 λ_{cc} を縦軸とする2次元空間上において、実施例A～Eおよび比較例Fそれぞれの光ファイバの (MFD, λ_{cc}) の位置を示すとともに、等分散スロープ曲線をも示す図である。

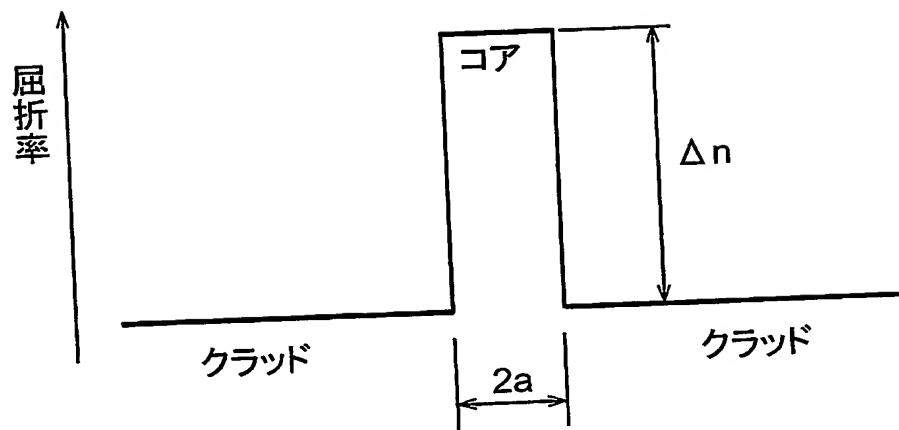
【符号の説明】**【0028】**

1…光ファイバ、2…コア領域、3…クラッド領域。

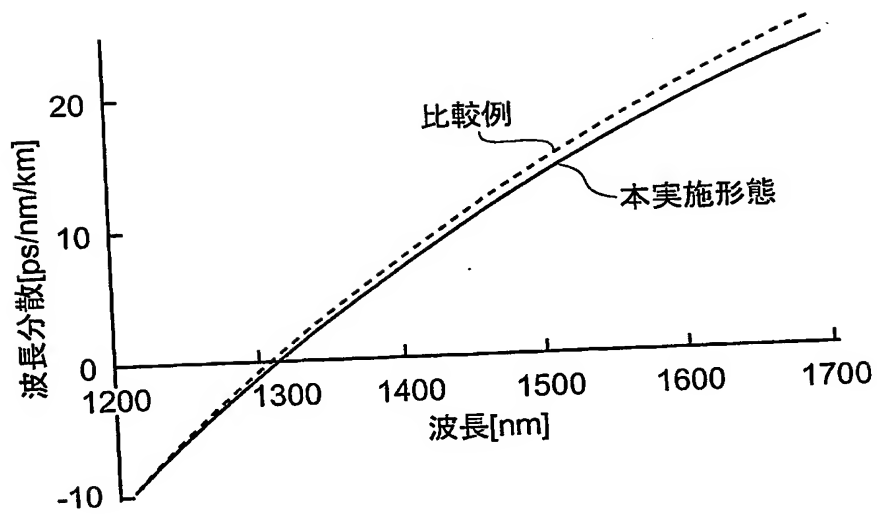
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



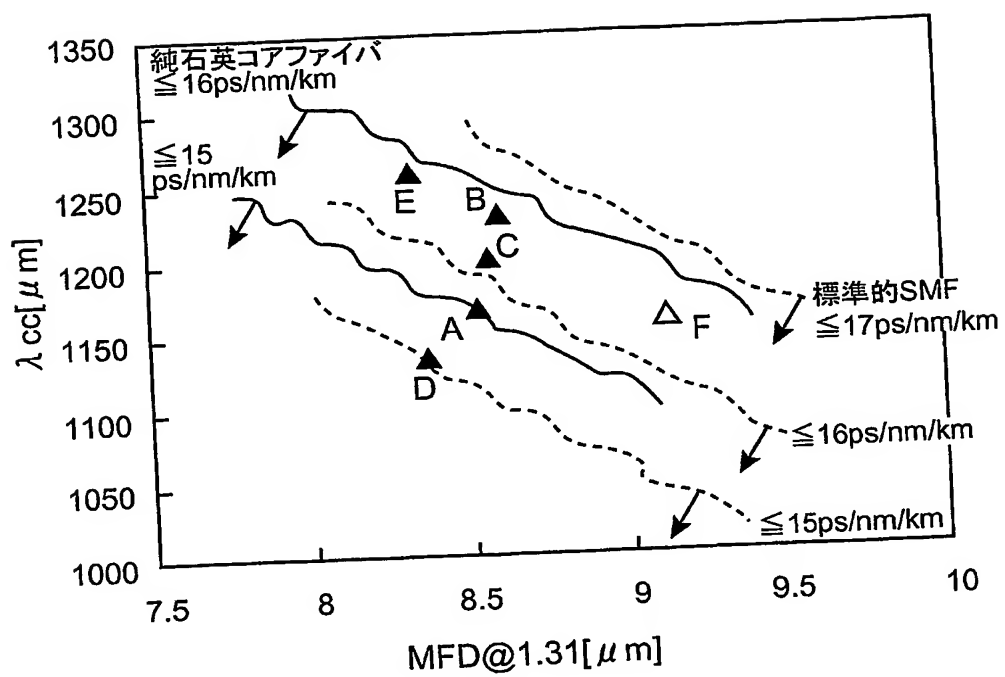
【図 3】



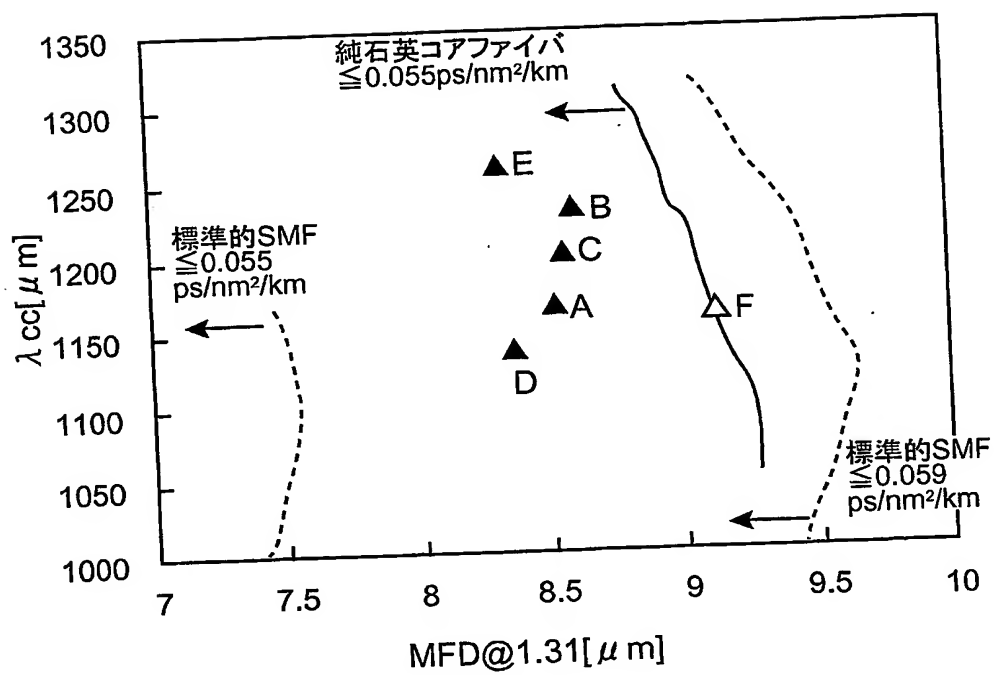
【図 4】

	実施例 A	実施例 B	実施例 C	実施例 D	実施例 E	比較例 F
比屈折率差 Δn	0.380	0.395	0.390	0.395	0.420	—
ケーブルカットオフ波長	(nm)	1230	1200	1135	1260	1158
モードフィールド径 (@1310nm)	(μm)	8.60	8.57	8.37	8.33	9.13
ゼロ分散波長	(nm)	1318	1313	1318	1307	1316
波長分散 (@1550nm)	(ps/nm/km)	14.97	15.46	15.39	14.86	15.75
分散スロープ (@1550nm)	(ps/nm ² /km)	0.0540	0.0544	0.0537	0.0531	0.0584
ゼロ分散スロープ	(ps/nm ² /km)	0.0793	0.0806	0.0801	0.0789	0.0850
伝送損失 (@1310nm)	(dB/km)		0.32以下			0.33
伝送損失 (@1380nm)	(dB/km)		0.31以下			0.62
OH損失増加量 (@1380nm)	(dB/km)		0.10以下			0.31
伝送損失 (@1550nm)	(dB/km)		0.176以下			0.19

【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 標準的なシングルモード光ファイバとの互換性が優れ、波長 $1.55\mu\text{m}$ 帯の多波長の信号光を伝送する場合にも高品質の信号光伝送が可能な光ファイバを提供する。

【解決手段】 光ファイバ1は石英ガラスを主成分とするもので、コア領域2は GeO_2 が添加されておらず純石英ガラスからなっており、クラッド領域3はF元素が添加されている。光ファイバ1は、波長 1550nm における分散スロープが $0.055\text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$ 以下であり、波長 1550nm における波長分散が $16\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以下であり、より好適には、波長 1550nm における波長分散が $15\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以下である。また、この光ファイバ1は、ケーブルカットオフ波長が 1260nm 以下であり、波長 1310nm におけるモードフィールド径が $9\mu\text{m}$ 以下である。

【選択図】 図1

特願 2003-427765

出願人履歴情報

識別番号

[000002130]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏名

住友電気工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.